

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 746 054

②1 N° d'enregistrement national : **96 03137**

⑤1 Int Cl⁶ : B 30 B 9/30, B 30 B 9/32 // G 21 F 9/36

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 13.03.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 19.09.97 Bulletin 97/38.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *COGEMA COMPAGNIE GENERALE
DES MATIERES NUCLEAIRES — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : GUERIN JEAN CLAUDE, KERRIEN
PHILIPPE et LIMEUIL GERARD RENE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CABINET BEAU DE LOMENIE.

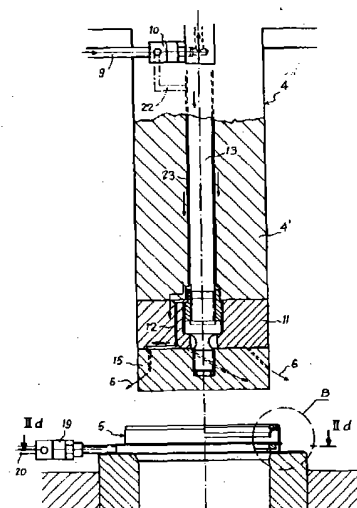
⑤4 **PROCEDE, MOYENS ET DISPOSITIF DE COMPACTAGE, ADAPTES AU COMPACTAGE DE MATIERES A
TENDANCE PYROPHORIQUE.**

⑤7 La présente invention a pour objets:

- un procédé de compactage particulièrement adapté au compactage de matières à tendance pyrophorique et notamment au compactage de déchets métalliques générés dans l'industrie nucléaire;

- des moyens de compactage (4) et un dispositif de compactage incluant lesdits moyens (4), convenant à la mise en oeuvre dudit procédé.

Selon ledit procédé, les matières inertées sont compactées avec un inertage externe complémentaire optimisé. Le gaz inerte intervenant pour ledit inertage externe est, de façon caractéristique, véhiculé via les moyens de compactage (4) et insufflé au travers de l'extrémité inférieure (15) de ceux-ci.



FR 2 746 054 - A1



La présente invention a pour objets :

- un procédé de compactage particulièrement adapté au compactage de matières à tendance pyrophorique et notamment au compactage de déchets métalliques générés dans l'industrie nucléaire;

- 5 - des moyens de compactage et un dispositif de compactage incluant lesdits moyens, convenant à la mise en oeuvre dudit procédé.

Ladite invention a été conçue et développée dans le contexte nucléaire. Elle sera ci-après plus particulièrement décrite en référence à ce contexte mais l'homme du métier comprendra aisément, à la lecture du texte qui suit, que ladite invention dans son principe – compactage de matières à tendance pyrophorique inertées avec inertage externe complémentaire optimisé – est transposable dans d'autres domaines.

15 A ce jour, les coques et embouts résultant du cisailage des assemblages combustibles nucléaires irradiés (ledit cisailage a notamment été décrit dans la demande EP-A-347 312) sont réceptionnés dans un même fût spécifique à ce type de déchets de haute activité, en sortie de leur rinceur respectif. Ils sont ensuite enrobés (tels quels) dans un coulis de ciment; ledit coulis étant coulé dans le fût jusqu'au remplissage de celui-ci. Après soudage d'un couvercle de sécurité, les fûts ainsi remplis sont directement transférés vers un atelier d'entreposage.

20 Afin de réduire notablement le volume définitif de stockage de ces déchets, il a été décidé de les compacter. Un procédé de compactage proposé a notamment été décrit dans la demande WO-A-94/16449. On souhaite en fait procéder de la manière suivante : - remplir un étui cylindrique d'environ 80 l desdits déchets;

- 25 - compacter ledit étui rempli à l'aide d'une presse;

- et conditionner ce nouveau type de déchets compactés dans un conteneur de même géométrie que les conteneurs de produits de fission vitrifiés dits conteneurs haute activité ou CHA.

30 La mise en oeuvre du compactage de ce type de déchets à tendance
pyrophorique – il s'agit en effet de matériaux métalliques susceptibles de
s'enflammer et/ou d'exploser – soulève de réels problèmes techniques. Pour des
raisons de sécurité évidente, les étuis renfermant lesdits déchets doivent être
compactés, après avoir impérativement été séchés et saturés en gaz inerte (inertage
interne), de préférence en atmosphère inerte (inertage externe autour desdits étuis
35

dans la jupe de compactage), avec récupération impérative des gaz qui s'échappent.

Ces techniques :

- d'inertage interne (saturation en gaz inerte de l'étui ou conteneur à compacter, réalisée préalablement au compactage au poste de séchage);

5 et

- d'inertage externe (saturation en gaz inerte de l'espace autour de l'étui, lors du compactage de celui-ci) avec aspiration des poussières entraînées; mises en oeuvre à l'aide de gaz inertes tels que l'azote et / ou l'argon, ont été décrites par la Demanderesse dans la demande de brevet WO-A-94/15775.

10 On rappelle incidemment ici que toute autre technique d'inertage, solide ou liquide, est exclue en raison des grandes quantités de matériaux inertes nécessaires et de l'incompressibilité desdits matériaux. On utilise donc du gaz inerte, dont la nature est évidemment adaptée au type de pyrophoricité des déchets à compacter.

15 On rappelle également, à toutes fins utiles, que le dispositif de compactage intervenant comprend essentiellement :

- un tas fixe sur lequel repose l'étui ou conteneur à compacter;

- une jupe de compactage, à positionner avec ledit étui sur ledit tas, destinée à assurer le guidage des moyens de compactage et à empêcher l'expansion latérale de l'étui pendant le compactage (ladite jupe, mobile en translation, peut être amenée pour son positionnement sur le tas, chargée de l'étui à compacter (technique décrite dans la demande WO-A-94/16449) ou ladite jupe, mobile parallèlement à l'axe de l'étui, peut être disposée autour de l'étui, lui-même préalablement positionné sur ledit tas);

25 - des moyens de compactage susceptibles de se déplacer suivant l'axe de l'étui et d'assurer ainsi le compactage dudit étui à l'intérieur de la jupe de compactage;

et que le compactage avec inertage externe complémentaire de l'étui inerté se déroule comme précisé ci-après.

30 L'étui se fissure sous l'action de la pression exercée par les moyens de compactage (les caractéristiques dudit étui (nature du matériau le constituant, épaisseur de celui-ci ...) ont été optimisées à cette fin de fissuration contrôlée). Le gaz d'inertage interne s'échappe alors au travers des fissures générées, entraînant avec lui des poussières pyrophoriques, de Zircaloy notamment. Lesdites poussières
35 doivent impérativement être récupérées et entraînées vers une unité de traitement

appropriée. On doit, à tout prix, en éviter, à la fois, l'accumulation à l'intérieur de la jupe de compactage et la dissémination dans la cellule de compactage. Pour la récupération desdites poussières, il intervient un dispositif d'aspiration sur le dessus de la jupe de compactage.

5 L'inertage externe complémentaire a pour objectif de renforcer, durant le compactage, l'inertage autour de l'étui, dans la mesure où le débit d'échappement du gaz d'inertage interne (initialement renfermé dans l'étui) est difficilement maîtrisable. Ledit inertage externe complémentaire est mis en oeuvre avec une
10 buse d'injection et une conduite d'aspiration disposées au-dessus de la jupe de compactage. Un tel système d'inertage externe complémentaire a été schématisé sur la Figure 2 de la demande WO-A-94/15775.

On a toutefois constaté que, dans une telle configuration, ledit système d'inertage externe n'assurait pas un balayage efficace du jeu situé entre la jupe de compactage et l'ensemble moyens de compactage/étui (on doit plus exactement
15 parler de l'ensemble étui/extrémité des moyens de compactage ayant pénétré dans ladite jupe).

La Demanderesse propose présentement un perfectionnement à ladite technique d'inertage externe; perfectionnement visant à l'amélioration de la sûreté du procédé de compactage. Elle propose plus précisément un procédé de
20 compactage (et les moyens associés) avec inertage externe spécifique, mis en oeuvre de sorte que :

- préalablement à l'entrée en contact de l'extrémité des moyens de compactage et de l'étui à compacter (à l'intérieur de la jupe de compactage, préalablement au compactage), tout l'air présent dans les jeux entre ledit étui, ladite
25 jupe et lesdits moyens de compactage est évacué;

- pendant le compactage (action des moyens de compactage sur l'étui à compacter), toutes les poussières générées sont récupérées.

Au cours dudit procédé et à l'issue de celui-ci (lorsque jupe de compactage et étui compacté sont désolidarisés), on ne craint pas la dissémination
30 de poussières.

On décrit maintenant, dans un premier temps en termes généraux, les procédés, moyens de compactage et dispositif de compactage de l'invention. On les décrit ensuite, plus en détail, en référence aux figures annexées.

Selon son premier objet, l'invention concerne donc un procédé de
35 compactage, particulièrement adapté au compactage de matières à tendance pyrophorique. De façon classique, selon ledit procédé, un étui ou conteneur, chargé

en lesdites matières et saturé en gaz inerte est compacté dans une jupe de compactage, par coopération entre une surface de support sur laquelle est positionnée ladite jupe avec ledit conteneur et des moyens de compactage disposés en vis-à-vis de ladite surface de support et déplaçables selon un axe vertical;
5 lesdits moyens de compactage comportant une extrémité inférieure destinée à pénétrer dans ladite jupe de compactage et à venir au contact dudit conteneur (pour son écrasement).

De façon caractéristique, dans le cadre dudit procédé :

– ladite extrémité inférieure desdits moyens de compactage étant, au
10 moins en partie, engagée dans ladite jupe de compactage, avant l'entrée en contact de celle-ci et dudit conteneur, l'air présent dans les jeux entre ledit conteneur, ladite jupe de compactage et lesdits moyens de compactage est chassé par soufflage de gaz inerte;

et

15 – lors de la mise en oeuvre du compactage, par appui forcé de ladite extrémité inférieure desdits moyens de compactage sur ledit conteneur, les jeux entre ledit conteneur, ladite jupe et lesdits moyens de compactage sont balayés par un courant de gaz inerte;

ledit gaz inerte étant, pour ces deux opérations successives de soufflage et de
20 balayage, véhiculé via lesdits moyens de compactage et insufflé au travers de l'extrémité inférieure de ceux-ci.

Le compactage selon l'invention est ainsi mis en oeuvre avec un inertage externe original, plus précisément avec un inertage externe présentant une alimentation originale. Le gaz inerte intervenant est véhiculé via les moyens de
25 compactage et injecté au niveau de la face supérieure du conteneur à compacter au travers d'orifices percés directement dans l'extrémité inférieure desdits moyens de compactage, au niveau de la surface latérale de ladite extrémité.

La Demanderesse a démontré que l'usinage de ces orifices au travers de ladite extrémité n'altérerait pas de façon sensible la résistance mécanique de celle-ci.

30 On précise d'ores et déjà que selon une variante, ladite extrémité ne constitue pas en soi une entité "indépendante" si les moyens de compactage sont monoblocs. Selon une autre variante, lesdits moyens de compactage résultent de l'association de plusieurs pièces solidarisées, selon leur axe, par un tirant et ladite extrémité consiste, selon cette variante, en la pièce d'extrémité. Dans le cadre de
35 cette seconde variante, lesdits moyens de compactage peuvent comprendre un fouloir à l'extrémité inférieure duquel on trouve au moins un grain.

L'inertage externe du procédé de l'invention fonctionne selon deux phases successives :

5 - une première phase dite de soufflage de gaz inerte (avant l'entrée en contact des moyens de compactage et de la face supérieure du conteneur à compacter, avant le début du compactage) destinée à chasser, évacuer l'air présent dans les jeux entre la jupe de compactage, le conteneur à compacter et les moyens de compactage (plus précisément leur extrémité inférieure introduite dans ladite jupe de compactage);

10 - une seconde phase dite de balayage : balayage des effluents gazeux chargés en particules dès le début du compactage et pendant toute sa durée.

La première desdites phases - phase dite de soufflage - est mise en oeuvre après engagement de l'extrémité des moyens de compactage dans la jupe de compactage (engagement suffisant pour que les orifices, percés dans l'extrémité inférieure desdits moyens de compactage, se trouvent à l'intérieur de ladite jupe; 15 orifices par lesquels le gaz inerte est insufflé); lesdits moyens de compactage poursuivant leur descente pour entrer au contact de la face supérieure du conteneur à compacter ou ayant momentanément interrompu leur descente, juste avant leur entrée en contact avec la face supérieure du conteneur à compacter. On préfère cette seconde variante de mise en oeuvre selon laquelle le gaz inerte commence à 20 être insufflé alors que la course des moyens de compactage est interrompue, généralement alors que l'extrémité inférieure desdits moyens de compactage est à quelques millimètres de la face supérieure du conteneur à compacter.

Le gaz inerte insufflé pendant cette première phase de la mise en oeuvre de l'inertage externe selon l'invention chasse l'air initialement présent dans les jeux 25 entre le conteneur, la jupe de compactage et les moyens de compactage. Ledit air doit évidemment pouvoir être évacué. Il est avantageusement évacué dans l'atmosphère ambiante (atmosphère d'une cellule si le compactage est mis en oeuvre à l'intérieur d'une cellule) si lesdits jeux communiquent encore avec ladite atmosphère ambiante par la base, i.e. si la jupe de compactage n'est pas encore positionnée au contact de la surface de support (ou tas) destinée à recevoir les 30 efforts. Il s'agit là d'une variante de mise en oeuvre préférée de cette première phase de soufflage de gaz inerte via les moyens de compactage. Dans le cadre de celle-ci, ledit gaz inerte est soufflé dans une cavité ouverte : les jeux communiquant avec l'extérieur par la base. Il est en effet tout-à-fait possible 35 d'aménager une telle cavité ouverte en synchronisant le positionnement de la jupe de compactage sur la surface de support avec le soufflage. Ainsi, dans l'hypothèse

où la jupe de compactage descend parallèlement à l'axe de compactage pour son positionnement autour du conteneur (préalablement positionné sur le tas), elle peut être stoppée quelques instants dans sa descente, à quelques dizaines de millimètres de la surface de support. La jupe encore "levée", les moyens de compactage sont descendus et avec un temps d'arrêt ou non, le soufflage peut être mis en oeuvre. Dès que l'air est ainsi évacué, ladite jupe peut terminer sa descente pour se stabiliser sur ladite surface de support et l'on peut alors mettre conjointement en marche le balayage et le compactage. On précise plus avant dans le présent texte cette seconde phase de balayage de gaz inerte.

10 Dans l'autre hypothèse selon laquelle la jupe de compactage, mobile en translation, arrive sur la surface de support, chargée du conteneur au poste de compactage (procédé décrit dans la demande WO-A-94/16449), il est également possible d'insuffler le gaz dans une cavité ouverte, juste avant l'action des vérins qui plaquent ladite jupe de compactage sur ladite surface de support.

15 On notera que dans les deux cas de figures (déplacement vertical ou latéral de la jupe), la jupe de compactage est généralement parfaitement positionnée sur la surface de support (ou le tas) par emmanchement conique.

La mise en oeuvre de la première phase (soufflage) de l'inertage externe selon l'invention dans une cavité ouverte est préférée dans la mesure où l'on peut assurer ainsi une chasse très efficace de l'air initialement présent. Cette chasse sera d'autant plus efficace que le gaz inerte injecté le sera avec pression. En fait, dans le cadre de cette variante préférée de la mise en oeuvre du soufflage (en cavité ouverte), on assure avantageusement grâce audit soufflage une légère surpression dans ladite cavité. Pour une parfaite maîtrise de ladite surpression, on préfère comme déjà indiqué ci-dessus, mettre en oeuvre ledit soufflage alors que la descente des moyens de compactage est interrompue. Ceci ne constitue pas toute-
20 fois une obligation.

De la même façon, il n'est nullement exclu de mettre en oeuvre cette première phase (soufflage) de l'inertage externe selon l'invention, en cavité fermée; i.e. après positionnement de la jupe de compactage sur la surface de support. Selon cette variante de mise en oeuvre, on doit prévoir un dispositif d'aspiration adéquat pour l'évacuation de l'air chassé puis du gaz inerte soufflé. Un tel dispositif intervient, en tout état de cause, dans la deuxième phase (balayage) de l'inertage externe selon l'invention. Il est avantageusement agencé sur le dessus de ladite jupe de compactage. Cette phase de soufflage, en cavité fermée (donc, avec aspiration)
30
35

est également avantageusement mise en oeuvre de sorte qu'une légère surpression règne dans ladite cavité.

On préfère toutefois, comme déjà précisé ci-dessus, la mise en oeuvre dudit soufflage en cavité ouverte, alors que la jupe de compactage n'est pas encore positionnée au contact de la surface de support.

Ladite jupe positionnée au contact de ladite surface de support, l'air initialement présent dans les jeux entre le conteneur, la jupe de compactage et les moyens de compactage ayant été chassé (du gaz inerte insufflé via lesdits moyens de compactage le remplaçant), l'extrémité desdits moyens de compactage entre au contact de la face supérieure dudit conteneur et l'écrase. Le compactage est ainsi mis en oeuvre avec descente desdits moyens de compactage dans ladite jupe. Tout-au-long de celui-ci, les poussières libérées doivent être entraînées et récupérées. A cette fin, l'inertage externe du procédé de l'invention entre dans sa deuxième phase, i. e. :

– du gaz inerte, véhiculé via les moyens de compactage est insufflé au travers de l'extrémité de ceux-ci (au travers d'orifices percés dans leur surface latérale) de la même façon que lors de la première phase);

– ledit gaz inerte insufflé ainsi que le gaz inerte initialement renfermé dans le conteneur (gaz d'inertage interne libéré par l'écrasement du conteneur) sont récupérés, chargés en particules, grâce à un dispositif d'aspiration, après avoir balayé tous les jeux entre ledit conteneur, ladite jupe et lesdits moyens de compactage, jeux dont la géométrie peut fluctuer au cours du compactage.

On comprend que ledit dispositif d'aspiration, s'il ne fonctionne pas déjà au cours de la première phase, est obligatoirement mis en fonctionnement dès que la jupe est positionnée au contact de la surface de support alors que du gaz inerte est insufflé. Le balayage est ainsi mis en oeuvre en cavité fermée. Pour une optimisation de l'efficacité dudit balayage dans ladite cavité (notamment sur toute la hauteur de l'espace annulaire entre le conteneur, les moyens de compactage et la jupe de compactage) il convient d'agencer ledit dispositif d'aspiration (relié à des moyens d'aspiration) sur la jupe de compactage.

On règle par ailleurs avantageusement le soufflage et l'aspiration du gaz inerte dans cette cavité fermée de sorte que ladite cavité fermée soit maintenue en légère dépression (par rapport à l'atmosphère ambiante). On améliore ainsi la sûreté du procédé en évitant toute dispersion de particules pyrophoriques ou autres s'échappant du conteneur vers l'atmosphère ambiante (atmosphère de la cellule de compactage si ledit compactage est mis en oeuvre à l'intérieur d'une cellule).

Le conteneur et les matériaux pyrophoriques qu'il contient sont ainsi inertés durant toute leur phase de compactage.

5 A l'issue dudit compactage, on relève légèrement la jupe de compactage ainsi que, en vue de leur escamotage, les moyens de compactage. On peut, préalablement audit escamotage des moyens de compactage, effectuer, sur place, le démoulage du conteneur compacté. A l'issue dudit démoulage, après l'escamotage des moyens de compactage, on relève complètement la jupe de compactage.

10 Selon la variante du procédé décrit dans la demande WO94/16449, après escamotage desdits moyens de compactage, la jupe de compactage, chargée du conteneur compacté, est transférée au poste de démoulage.

Quelle que soit la variante du procédé de compactage mise en oeuvre (avec jupe de compactage mobile en translation ou mobile parallèlement à l'axe du conteneur), à l'issue du compactage, généralement une fois que les moyens de compactage ont été relevés au dessus de la jupe de compactage, l'alimentation en gaz inerte est stoppée.

15 Du gaz inerte est donc véhiculé via les moyens de compactage et insufflé au travers de ceux-ci durant les deux phases successives de l'inertage externe selon l'invention, phases qualifiées respectivement de soufflage et de balayage. Ledit gaz inerte est avantageusement insufflé en continu (sans interruption) du début dudit soufflage à la fin dudit balayage. Il est avantageusement insufflé au même débit durant ces deux phases successives. De préférence, il est insufflé au même débit du début du soufflage à la fin du balayage, sans interruption.

20 L'inertage externe selon l'invention, comme indiqué précédemment, peut être mis en oeuvre lors du compactage de tout matériau à tendance pyrophorique et notamment lors du compactage de conteneurs chargés de déchets nucléaires de haute activité. D'une manière générale, il peut être mis en oeuvre, par commande à distance, à l'intérieur d'une cellule.

25 L'homme du métier aura saisi tout l'intérêt du procédé de l'invention, notamment dans le cadre du compactage de déchets nucléaires de haute activité à tendance pyrophorique avec jupe de compactage mobile parallèlement à l'axe du conteneur. L'inertage externe mis en oeuvre selon l'invention garantit la sûreté et réduit la contamination de la cellule de compactage. Elle minimise la contamination de la jupe de compactage (celle de la chemise de ladite jupe).

30 Selon son deuxième objet, la présente invention concerne des moyens de compactage, notamment utiles à la mise en oeuvre du procédé de compactage

décrit ci-dessus. L'utilisation desdits moyens de compactage peut en effet sortir du cadre dudit procédé.

Lesdits moyens de compactage du type fouloir, presse, vérin, comportent de façon classique, une extrémité destinée à pénétrer dans une jupe de compactage et à venir au contact des éléments à compacter. De façon caractéristique, ils
5 présentent dans leur masse au moins un chemin d'écoulement de gaz qui permet d'acheminer du gaz au voisinage de ladite extrémité lors de leur utilisation. Ledit chemin débouche :

– pour son alimentation en ledit gaz, en amont de ladite extrémité dans
10 une partie de leur masse qui ne pénètre pas, au cours du compactage, dans la jupe de compactage;

– pour la délivrance dudit gaz, au niveau de la surface latérale de ladite extrémité.

Lesdits moyens de compactage sont généralement déplaçables selon un
15 axe vertical à l'intérieur de la jupe de compactage. Ils comportent généralement, sur une partie de leur hauteur, un chemin d'écoulement de gaz qui se partage, à proximité de leur extrémité inférieure pour déboucher par une série d'orifices. Lesdits orifices sont avantageusement régulièrement répartis sur la surface latérale de ladite extrémité inférieure et leur axe est avantageusement orienté de sorte que
20 le gaz est soufflé vers le bas. On peut rechercher une optimisation de la circulation du gaz injecté lors du compactage et à cette fin optimiser l'orientation desdits orifices.

On peut notamment rechercher une injection la plus tangentielle possible pour créer un courant de gaz latéral (pour optimiser le balayage décrit ci-dessus)
25 tout en minimisant l'impact des jets sur la jupe de compactage et en conservant une bonne tenue mécanique à l'extrémité des moyens de compactage sous l'effort de la presse.

Lesdits moyens de compactage, comme déjà précisé, peuvent être monoblocs. Généralement ils comprennent un fouloir à l'extrémité inférieure
30 duquel on trouve au moins un grain. On peut trouver deux grains à l'extrémité dudit fouloir : un grain intermédiaire et un grain dit fixe; ledit grain intermédiaire, jouant le rôle de "fusible" (pièce de rupture), se situant entre ledit fouloir et ledit grain fixe. Lesdits grains sont démontables et réalisés en un matériau très dur.

Le(s)dit(s) grain(s) est (sont) solidarisé(s) audit fouloir grâce à un tirant.
35 Dans le cadre de la présente invention, on met avantageusement à profit les jeux existants entre ces différentes pièces : fouloir – grain(s) – tirant, pour constituer

des passages, des chemins d'écoulement au gaz qu'il convient de délivrer, lors du compactage, au niveau de l'extrémité inférieure (grain (fixe)) des moyens de compactage.

5 Dans le cadre d'une variante avantageuse de l'invention, le tirant intervenant pour solidariser les différentes pièces constitutives des moyens de compactages présente des rainures longitudinales dans sa partie inférieure. Il a ainsi été usiné pour offrir au gaz injecté des conduits de circulation.

Selon son dernier objet, l'invention concerne un dispositif de compactage, notamment utile à la mise en oeuvre du procédé de compactage décrit ci-dessus;
10 procédé de compactage avec inertage externe optimisé.

Ledit dispositif de compactage comprend de façon classique :

- une surface de support ou tas,
- une jupe de compactage, destinée à se positionner avec le conteneur à compacter sur ladite surface de support (ladite jupe, mobile en translation, pouvant
15 arriver pour son positionnement sur ledit tas chargée du conteneur ou ladite jupe, mobile parallèlement à l'axe de compactage, pouvant être disposée autour du conteneur, préalablement positionné sur ledit tas);
- des moyens de compactage, disposés en vis-à-vis de ladite surface de support et déplaçables, selon un axe vertical, à l'intérieur de ladite jupe de
20 compactage.

De façon caractéristique : - lesdits moyens de compactage présentent dans leur masse au moins un chemin d'écoulement de gaz, tel que décrit ci-dessus de sorte que, lors du compactage, du gaz puisse être véhiculé en leur sein et délivré au niveau de leur extrémité inférieure;

25 - ledit dispositif comprend en outre, agencé sur ladite jupe de compactage, un dispositif d'aspiration de gaz relié à des moyens d'aspiration.

Ledit dispositif, en associant l'aspiration au soufflage, permet de créer le balayage gazeux souhaité (pour l'évacuation de toutes les poussières générées au
30 cours du compactage). Ledit dispositif est raccordé à un système de traitement des effluents gazeux pouvant notamment comprendre un dépoussiéreur.

Ledit dispositif d'aspiration de gaz consiste principalement en une chambre annulaire maintenue sur la jupe par un système permettant
35 avantageusement un démontage non destructif et résistant au procédé (résistant à l'irradiation, dans un contexte nucléaire). L'entrée et l'intérieur de ladite chambre sont avantageusement optimisés pour gérer au mieux les vitesses d'évacuation du

gaz chargé en particules, vitesses qui doivent demeurer très supérieures à la vitesse minimale d'entraînement desdites particules pour minimiser, voire éviter tout dépôt desdites particules sur les parois. A cette fin, ledit dispositif d'aspiration de gaz peut notamment présenter une section de collecte variable.

5 On se propose maintenant de décrire l'invention, sous ses trois aspects, plus en détail, en référence aux figures annexées.

Cette description desdites figures est purement illustrative.

Les Figures 1a, 1b et 1c sont des schémas synoptiques des phases caractéristiques du procédé de compactage selon l'invention (deux phases
10 successives de l'inertage externe).

La Figure 2 est une coupe en élévation du dispositif de compactage selon l'invention qui montre essentiellement les moyens de compactage (leur extrémité inférieure) et le dispositif d'aspiration monté sur la jupe de compactage.

La Figure 2a montre un détail de la figure 2, à savoir l'extrémité inférieure
15 des moyens de compactage.

Les Figures 2b et 2c sont respectivement des vues en élévation et du dessus du grain d'extrémité desdits moyens de compactage.

La Figure 2d montre en coupe (coupe suivant II_d-II_d de la figure 2) le dispositif d'aspiration monté sur la jupe de compactage.

20 La Figure 2e montre le détail B dudit dispositif d'aspiration.

En référence aux figures 1a à 1c, on décrit ci-après le procédé de compactage selon l'invention (la variante illustrée est une variante préférée selon laquelle la jupe de compactage, mobile parallèlement à l'axe du compactage, est disposée autour du conteneur, préalablement positionné sur le tas).

25 Le conteneur 1, rempli de déchets à tendance pyrophorique, séché et saturé en gaz inerte (inertage interne), a été amené au poste de compactage sur le tas 2. Sa position a été contrôlée au moyen de capteurs. La jupe de compactage 3 qui était en position haute, en appui sur des verrous prévus à cet effet, a été déverrouillée et descendue pour s'engager autour dudit conteneur 1. Sa descente a
30 été stoppée alors que son extrémité inférieure est à environ 50 mm dudit tas 2. Un jeu de quelques millimètres est prévu entre le conteneur 1 et la jupe de compactage 3, constituant ainsi une cavité ouverte C.

Les moyens de compactage 4 qui étaient également en position haute ont été eux-aussi, après la jupe de compactage 3, descendus. Ils sont en fait descendus
35 jusqu'à s'engager à travers le dispositif d'aspiration 5 et arrêtés alors que leur extrémité inférieure 15 est à 5 millimètres de la face supérieure du conteneur 1. Le

dispositif de soufflage de gaz inerte par lesdits moyens de compactage 4 est mis automatiquement en fonctionnement dès que lesdits moyens de compactage 4 sont à la bonne position, repérée par un codeur. L'air présent dans la cavité ouverte C est ainsi chassé par le bas (Figure 1a).

5 La jupe 3 finit alors de descendre pour venir s'emboîter coniquement sur le tas 2. Les mouvements de la jupe de compactage 3 d'une part et des moyens de compactage 4 d'autre part sont actionnés indépendamment.

Le dispositif d'aspiration 5 destiné à évacuer les poussières en suspension dans l'espace annulaire C entre le conteneur 1, la jupe 3 et les moyens de compactage 4 (C'est alors une cavité fermée) est alors mis en fonctionnement; le soufflage de gaz inerte étant maintenu pour assurer un balayage efficace dudit espace annulaire C (Figure 1b).

Lesdites poussières sont générées par le compactage qui s'effectue par descente des moyens de compactage 4. Dès que la pression de compactage atteint un certain seuil, des fissures sont générées sur les parois du conteneur 1. Le gaz inerte déjà présent au sein du conteneur 1 ainsi que des poussières (de Zircaloy, dans le cas de conteneurs remplis de déchets résultant du cisailage des assemblages combustibles irradiés) s'échappent au travers desdites fissures dans la cavité C, balayée en permanence. Les déchets à tendance pyrophorique sont ainsi inertés en permanence durant toute la phase de compactage.

La figure 1c illustre la position finale des moyens de compactage 4 à l'intérieur de la jupe de compactage 3.

Ladite jupe 3 et lesdits moyens de compactage 4 coopèrent ensuite pour le démoulage du conteneur compacté 7, avant d'être remontés dans leur position respective de verrouillage. Le soufflage et l'aspiration au travers du dispositif d'aspiration 5 sont stoppés. Le cycle de compactage est terminé. Le déchet compacté 7 est transféré en vue d'être conditionné dans un conteneur définitif de stockage (appelé conteneur haute activité (CHA) dans le contexte nucléaire).

En référence aux figures 2, 2a à 2c, on décrit maintenant les moyens et le dispositif de compactage selon l'invention.

Cette description précise inclut des précisions techniques (dimensionnement) données à titre d'exemple dans un contexte de mise en oeuvre spécifique de l'invention : contexte nucléaire.

Dans un premier temps, en référence aux figures 2, 2a à 2c, on décrit plus particulièrement les moyens de compactage incluant le dispositif de soufflage (on symbolise le soufflage par la référence 6) de gaz inerte. Lesdits moyens de

compactage 4 comprennent un fouloir 4' à l'extrémité inférieure duquel on trouve un grain intermédiaire 11 et un grain fixe 15. Ces différentes pièces sont solidarisées par le tirant 13.

Le dispositif de soufflage 6 comprend :

- 5 - un flexible d'alimentation 9 relié à l'unité de distribution de gaz inerte (ledit flexible a une longueur de 2 m et un diamètre intérieur de 11 mm);
- un raccord 10 raccordant ledit flexible 9 aux orifices des moyens de compactage 4 (dans le cadre de l'exemple, ledit raccord 10 est un raccord nucléarisé télémanipulable de type STAUBLI de diamètre 11 mm);
- 10 - lesdits orifices, traversant lesdits moyens de compactage 4 sur une partie de leur longueur.

Ces orifices, qui constituent les chemins d'écoulement du gaz inerte, correspondent :

* dans le fouloir 4' proprement dit :

- 15 . aux trous 22 usinés dans la largeur dudit fouloir 4' au niveau du raccord 10 (deux trous perpendiculaires de 20 mm de diamètre)
- . au jeu 23, de quelques millimètres, entre le tirant 13 et ledit fouloir 4';
- . aux rainures ou conduits 24 usinés sur toute la longueur de guidage du tirant 13 (voir la figure 2a) (six conduits d'environ 6 x 12 x 100 mm);

20 * au niveau du contact entre le fouloir 4' et le grain intermédiaire 11 :

- . à la "chambre de distribution" 21, formée d'une part par un épaulement usiné sur le tirant 13 et d'autre part par un chanfrein intérieur usiné à l'extrémité inférieure de l'alésage du fouloir 4',
- . à la "chambre de distribution" 26 usinée sur la face supérieure du
- 25 grain intermédiaire 11;

* dans ledit grain intermédiaire 11:

- . aux trous 12, d'axes parallèles à l'axe du tirant 13, communiquant avec ladite chambre 26 (cinq trous de diamètre 6 mm obtenus par cinq perçages équidistants);
- 30 . aux chambres 25, obtenues par meulage sur la face inférieure dudit grain intermédiaire 11, communiquant avec lesdits trous 12 et débouchant vers les buses 14 (cinq chambres);

* dans le grain fixe 15 :

- . au système d'injection constitué desdites buses 14 (trous usinés en
- 35 forme de buse) communiquant avec lesdites chambres 25 et débouchant en 14' au niveau du milieu dudit grain fixe 15, sur la surface latérale de ce dernier (voir les

figures 2b et 2c) (cinq buses de diamètre 6 mm qui font un angle de 30° avec l'horizontale, pour orienter les jets de gaz vers le bas de la cavité C'. Un angle d'environ 34° entre la projection horizontale de l'axe des buses et les tangentes à la circonférence du grain fixe 15 assure un compromis, entre une injection la plus tangentielle possible pour minimiser l'impact des jets 6 sur la jupe 3 et créer un mouvement rotatif du gaz injecté, d'une part, et une bonne tenue mécanique dudit grain fixe 15, d'autre part.

Ces différents orifices, en communiquant entre eux, créent les chemins où peut s'écouler le gaz inerte.

10 Dans un deuxième temps, en référence aux figures 2, 2d et 2e, on décrit plus particulièrement le dispositif d'aspiration 5. Ledit dispositif d'aspiration 5 repose sur la chemise de la jupe de compactage 3. Il comprend :

. une chambre d'aspiration annulaire munie de :

15 - trois grands orifices d'aspiration 16, dont la section de collecte 17 est variable, grâce à un désaxage entre l'axe de la couronne intérieure 28 (qui est le même que l'axe du conteneur) et celui de la couronne extérieure 29. Ladite chambre d'aspiration est telle que sa section minimale est presque diamétralement opposée à l'entrée d'aspiration reliée au flexible d'aspiration 20 (La face inférieure de la chambre d'aspiration est maintenue sur la jupe 3 par un système permettant un démontage non destructif et résistant à l'irradiation);

20 - un joint d'étanchéité 18 (voir figure 2e)(joint de type Néoprène d'une dureté de 60 shores); ledit joint assure l'étanchéité entre la chambre C ou C' et les moyens de compactage 4, tout au long du déplacement desdits moyens de compactage 4 dans la jupe de compactage 3;

25 . un raccord 19 raccordant ladite chambre d'aspiration au flexible d'aspiration 20 (dans le cadre de l'exemple, ledit raccord 19, comme le raccord 10 ci-dessus, est un raccord nucléarisé télémanipulable de type STAUBLI, de diamètre 11 mm);

30 . ledit flexible d'aspiration 20, relié à l'unité de traitement des effluents gazeux (ledit flexible a une longueur de 2 m et un diamètre intérieur de 19 mm).

Avec un dispositif d'inertage externe de l'invention, tel que représenté sur les figures annexées et tel que dimensionné ci-dessus, on a mis en oeuvre le procédé de l'invention avec soufflage d'azote, pour le compactage de conteneurs, renfermant des coques et embouts (provenant du cisailage des assemblages combustibles nucléaires irradiés) et inertés à l'argon (gaz inerte plus lourd que l'air) au poste de séchage.

Ledit procédé a été mis en oeuvre, conformément aux figures 1a à 1c, dans les conditions ci-après.

L'azote est véhiculé via les moyens de compactage et insufflé à un débit de 8 l/s pendant les deux phases successives de soufflage et de balayage, mises en oeuvre en continu.

Pendant la première phase de soufflage dans la cavité ouverte C, un débit de 2 l/s suffirait mais on préfère, dès le début, injecter 8 l/s ce qui ne fait qu'améliorer la chasse de l'air de ladite cavité C et qui, par ailleurs, permet de pré-régler ledit soufflage avant la mise en marche de l'aspiration (pour le balayage de la cavité fermée C').

Un tel débit de 8 l/s entraîne des vitesses d'azote d'environ 60 m/s en sortie des buses 14; ce qui permet un balayage efficace de la cavité C' et évite en son sein tout dépôt de particules à tendance pyrophorique (pendant le compactage).

Avec un tel débit de 8 l/s d'azote et le dispositif de soufflage décrit ci-dessus, une surpression P_s par rapport à la pression de la cavité C', de l'ordre de 0,1 à 1 bar en amont du flexible d'alimentation 9, permet de compenser les pertes de charge créées à l'intérieur du dispositif. L'essentiel desdites pertes de charges est au niveau dudit flexible 9 et à l'amont immédiat des buses d'injection 14. Lesdites pertes de charges dépendent donc essentiellement de la longueur dudit flexible 9 et de la géométrie des buses 14 (diamètre, angles).

Pour ce qui concerne l'aspiration, le débit de gaz qui arrive dans la cavité C' doit être entièrement évacué par le dispositif d'aspiration 5; ladite cavité C' devant être maintenue en légère dépression. Avec un débit de 8 l/s, le débit minimal d'entraînement des particules (évalué à 5,6 l/s) est largement dépassé et on assure une bonne évacuation des poussières générées au compactage. Avec un tel débit et le dispositif d'aspiration 5 décrit ci-dessus pour l'évacuation des poussières, il faut compenser les pertes de charge et donc, créer, au niveau du système d'extraction (ventilateur, par exemple) une dépression P_a , qui dépend de l'ensemble des pertes de charge et de l'intensité de la dépression à maintenir dans la cavité C'.

Un réglage entre dépression d'aspiration (en bout du flexible d'aspiration 20) et surpression de soufflage (en début du flexible d'alimentation 9) est prévu à cet effet.

- Revendications -

1. Procédé de compactage de matières à tendance pyrophorique, selon
5 lequel un conteneur (1), chargé en lesdites matières et saturé en gaz inerte, est
compacté dans une jupe de compactage (3), par coopération entre une surface de
support (2) sur laquelle est positionnée ladite jupe (3) avec ledit conteneur (1) et
des moyens de compactage (4) disposés en vis-à-vis de ladite surface de support
(2) et déplaçables selon un axe vertical; lesdits moyens de compactage (4)
10 comportant une extrémité inférieure (15) destinée à pénétrer dans ladite jupe de
compactage (3) et à venir au contact dudit conteneur (1); ledit procédé étant
caractérisé en ce que :

- ladite extrémité inférieure (15) desdits moyens de compactage (4) étant,
au moins en partie, engagée dans ladite jupe de compactage (3), avant l'entrée en
15 contact de celle-ci (15) et dudit conteneur (1), l'air présent dans les jeux entre ledit
conteneur (1), ladite jupe de compactage (3) et lesdits moyens de compactage (4)
est chassé par soufflage de gaz inerte;

et en ce que,

- lors de la mise en oeuvre du compactage, par appui forcé de ladite
20 extrémité inférieure (15) desdits moyens de compactage (4) sur ledit conteneur (1),
les jeux entre ledit conteneur (1), ladite jupe (3) et lesdits moyens de compactage
(4) sont balayés par un courant de gaz inerte;

le gaz inerte étant, pour ces deux opérations successives de soufflage et de
balayage, véhiculé via lesdits moyens de compactage (4) et insufflé au travers de
25 l'extrémité inférieure (15) de ceux-ci (4).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit
soufflage est mis en oeuvre alors que le déplacement desdits moyens de
compactage (4) à l'intérieur de ladite jupe (3) est momentanément interrompu.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que
30 ledit soufflage est mis en oeuvre dans une cavité ouverte (C), ladite jupe de
compactage (3) n'étant pas encore positionnée au contact de ladite surface de
support (2); ledit soufflage étant avantageusement mis en oeuvre de sorte que
ladite cavité ouverte (C) soit maintenue en légère surpression.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé
35 en ce que ledit balayage est mis en oeuvre dans une cavité fermée (C), ladite jupe
de compactage (3) étant positionnée au contact de ladite surface de support (2); le

gaz inerte de balayage et le gaz inerte du conteneur (1), chargés en particules, étant récupérés, conjointement, grâce à un dispositif d'aspiration (5); ledit balayage étant avantageusement mis en oeuvre de sorte que ladite cavité fermée (C') soit maintenue en légère dépression.

- 5 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz inerte est insufflé au travers des moyens de compactage (4) en continu, avantageusement au même débit, du début de la première à la fin de la seconde desdites opérations successives de soufflage et de balayage.

- 10 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il est mis en oeuvre, par commande à distance, à l'intérieur d'une cellule; par exemple, en ambiance nucléaire.

- 15 7. Moyens de compactage (4), notamment utiles à la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant une extrémité (15) destinée à pénétrer dans une jupe de compactage (3) et à venir au contact des éléments à compacter (1), caractérisés en ce qu'ils présentent dans leur masse au moins un chemin d'écoulement (22+23+24+21+26+12+25+14) de gaz; ledit chemin débouchant, d'une part, pour son alimentation en ledit gaz, en amont de ladite extrémité (15), dans une partie de ladite masse qui ne pénètre pas, au cours du compactage, dans ladite jupe de compactage (3) et d'autre part, pour la
20 délivrance dudit gaz, au niveau de la surface latérale de ladite extrémité (15).

- 25 8. Moyens de compactage (4) selon la revendication 7, déplaçables selon un axe vertical à l'intérieur de ladite jupe de compactage (3), caractérisés en ce que lesdits chemins d'écoulement (22+23+24+21+26+12+25+14) débouchent par une série d'orifices (14'), régulièrement répartis sur la surface latérale de l'extrémité inférieure (15) desdits moyens de compactage (4); l'axe desdits orifices (14') étant orienté de sorte que le gaz est soufflé vers le bas.

- 30 9. Moyens de compactage (4) selon l'une des revendications 7 ou 8, déplaçables selon un axe vertical à l'intérieur de ladite jupe de compactage (3), caractérisés en ce qu'ils comprennent un fouloir (4') à l'extrémité inférieure duquel on trouve au moins un grain (15); ledit fouloir (4') et le(s)dit(s) grain(s) (11,15) étant solidarisés par un tirant (13) et en ce que les jeux pré-existants entre ces différentes pièces (4', 11, 15, 13) constituent en partie le(s) chemin(s) d'écoulement (22+23+24+21+26+12+25+14) de gaz.

- 35 10. Moyens de compactage (4) selon la revendication 9, caractérisé en ce que des rainures longitudinales (24) sont usinées dans la partie inférieure dudit tirant (13).

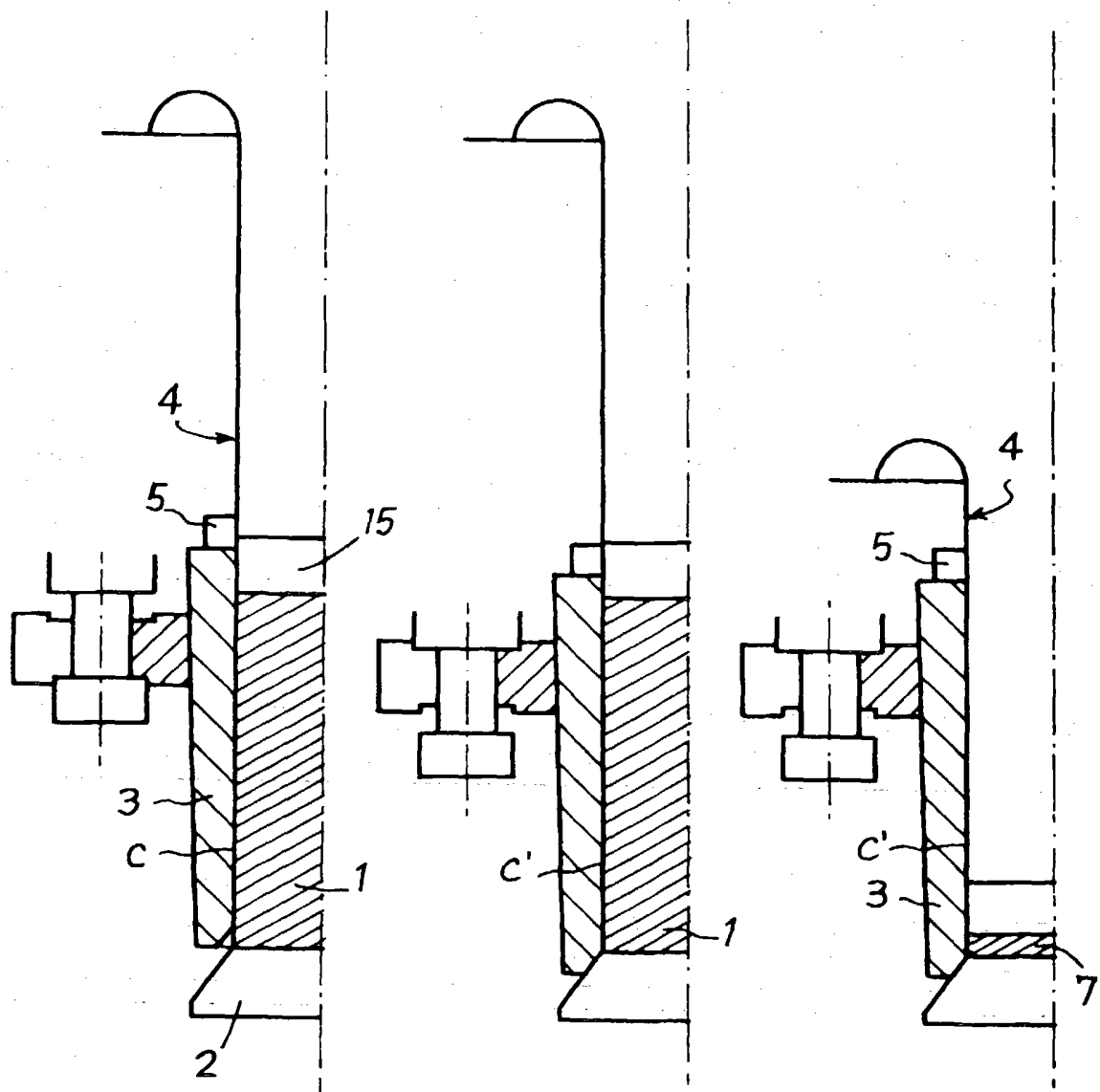
11. Dispositif de compactage, notamment utile à la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant :

- une surface de support (2),
 - une jupe de compactage (3) destinée à se positionner, avec le conteneur
- 5 (1) à compacter, sur ladite surface de support (2);
- des moyens de compactage (4), disposés en vis-à-vis de ladite surface de support (2) et déplaçables, selon un axe vertical, à l'intérieur de ladite jupe de compactage (3),

caractérisé en ce que lesdits moyens de compactage (4) sont tels que

10 définis dans l'une quelconque des revendications 7 à 10 et en ce que ledit dispositif comprend en outre, agencé sur la jupe de compactage (3), un dispositif d'aspiration (5) de gaz relié à des moyens d'aspiration.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le dispositif d'aspiration (5) de gaz présente une section de collecte (17) variable.

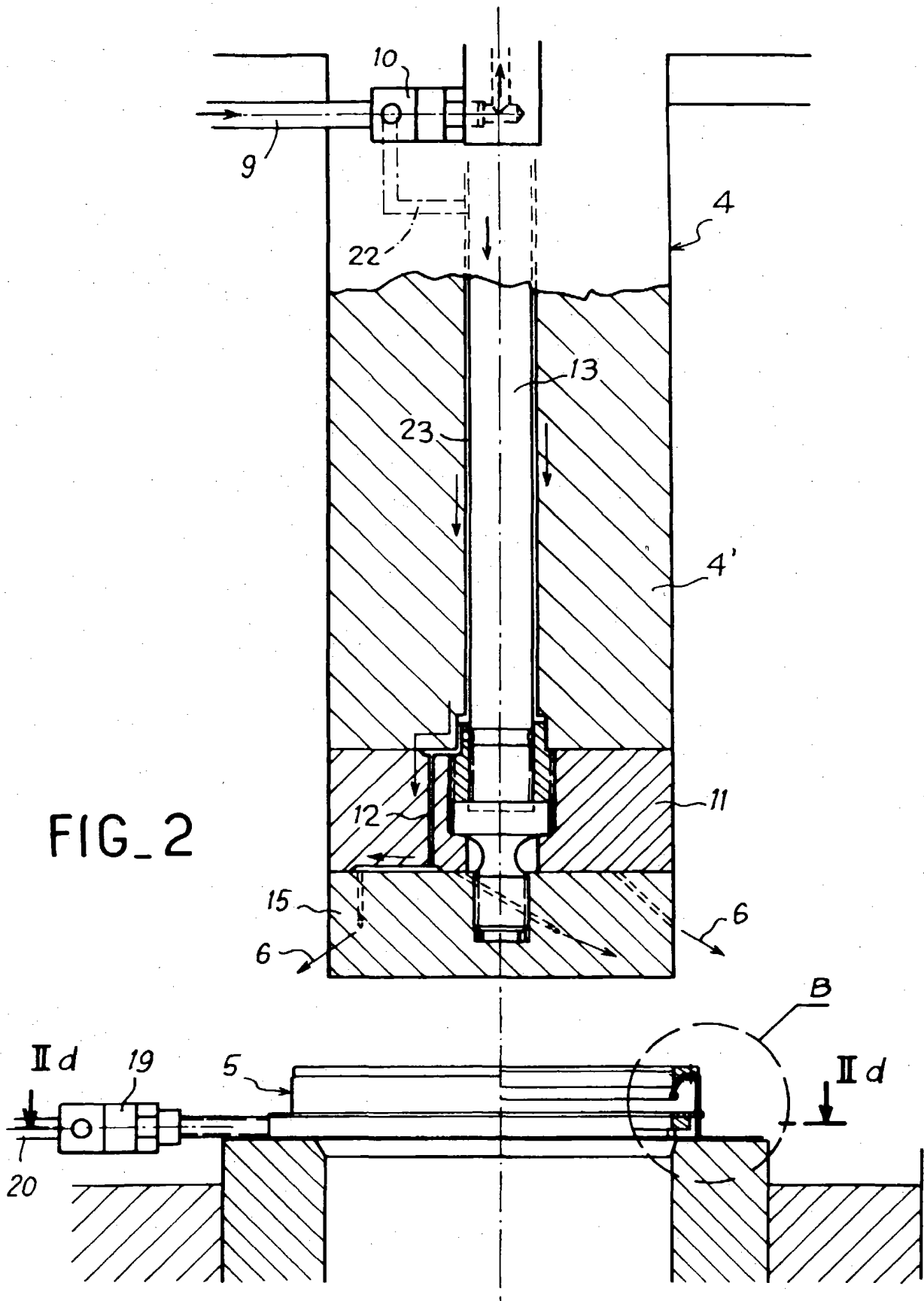


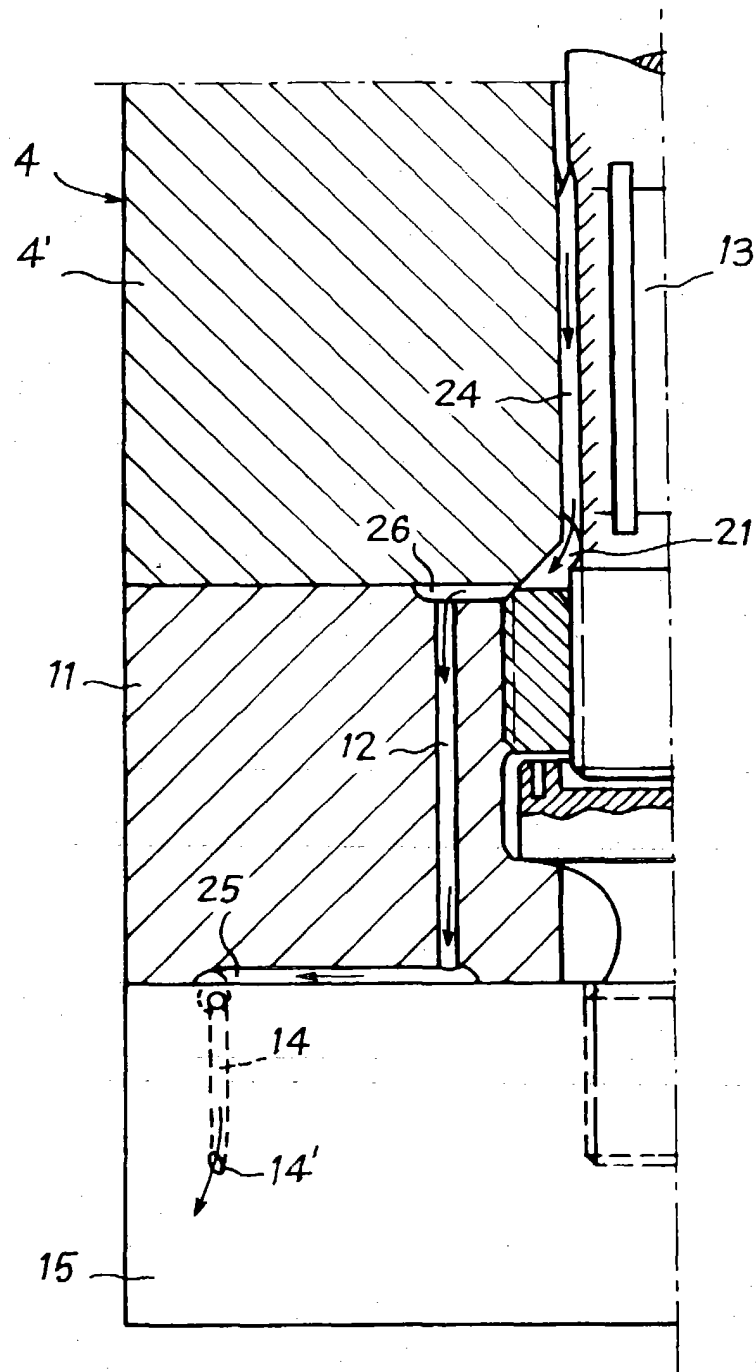
FIG_1a

FIG_1b

FIG_1c

2/5





FIG_2a

4/5

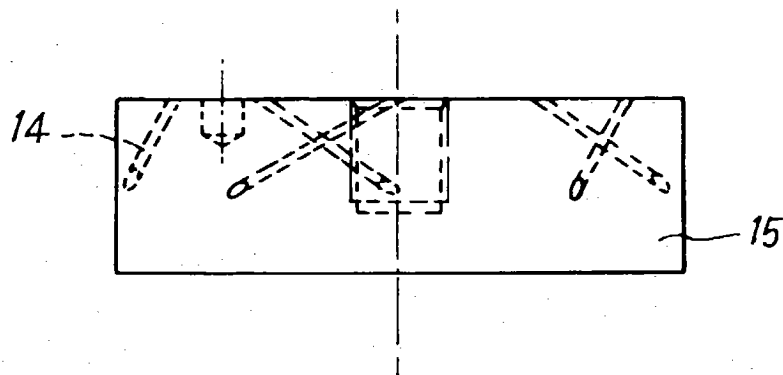


FIG. 2B

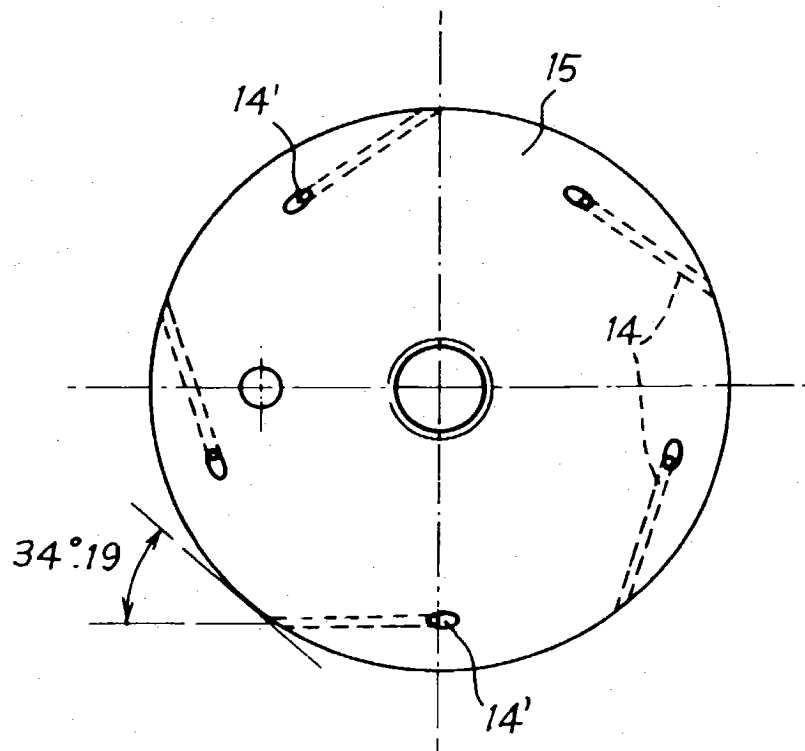


FIG. 2C

5/5

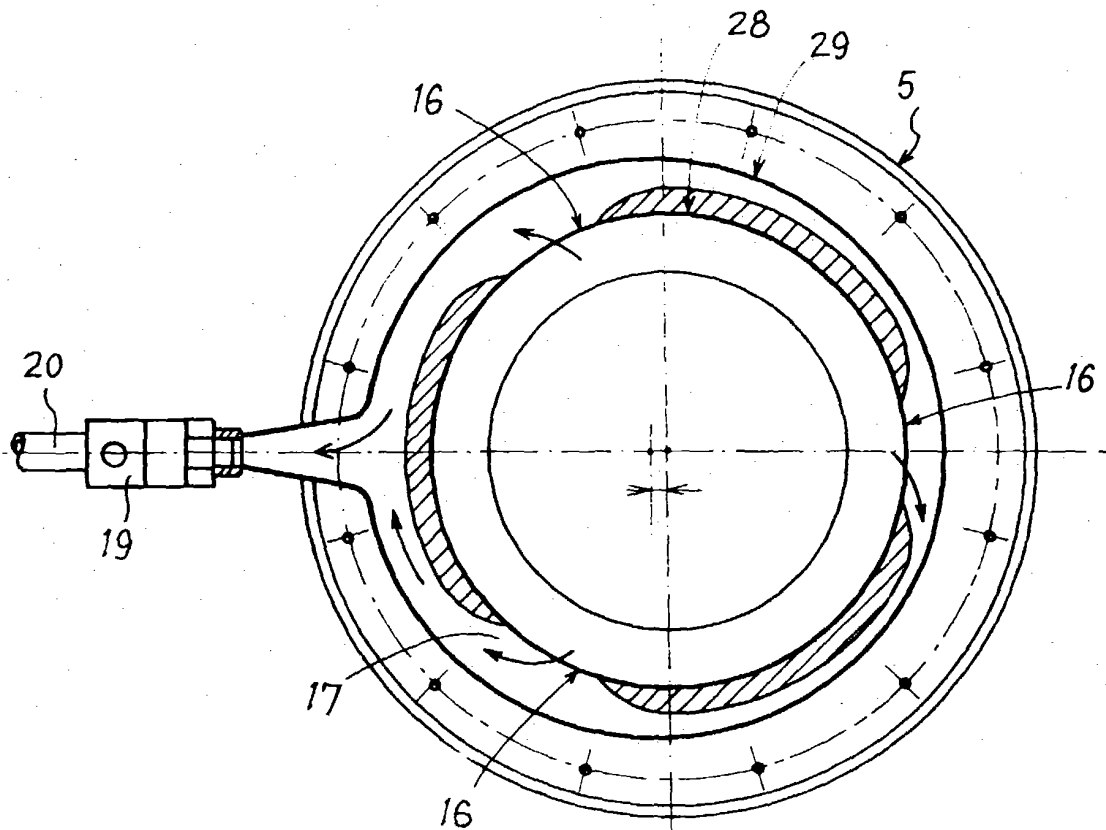


FIG. 2d

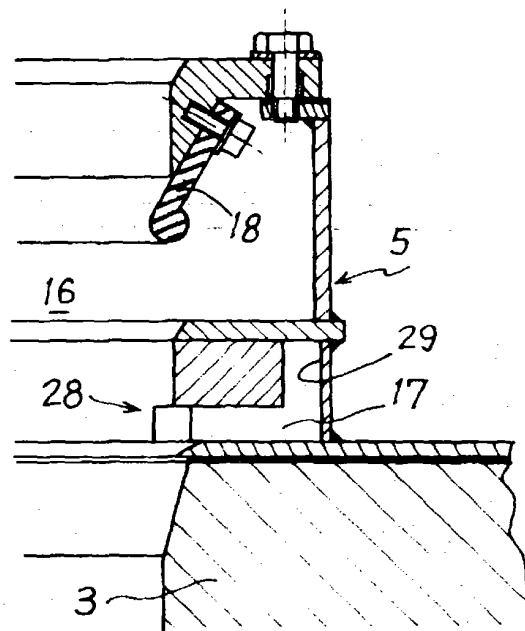


FIG. 2e

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
D,A	WO-A-94 15775 (MATIERES NUCLEAIRES SOCIET COM ; JACQ PATRICK (FR); MASSE JEAN CHAR) 21 Juillet 1994 * revendications; figures *	1,7,11
A	DE-A-22 43 136 (NUKEM GMBH) 14 Mars 1974 * revendications; figure *	1,11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 162 (M-092), 17 Octobre 1981 & JP-A-56 087605 (FUJITSU LTD), 16 Juillet 1981, * abrégé; figures *	1,11
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 8413 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class L02, AN 84-078726 XP002018889 & JP-A-59 030 775 (MURATA MFG CO) , 18 Février 1984 * abrégé *	7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 238 (M-416), 25 Septembre 1985 & JP-A-60 092098 (TSUTOMU YAMAGUCHI; OTHERS: 01), 23 Mai 1985, * abrégé *	7
A	US-A-5 093 076 (YOUNG KEVIN A ET AL) 3 Mars 1992 * abrégé; figures *	1,7
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		B30B G21F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
19 Novembre 1996		Voutsadopoulos, K
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

